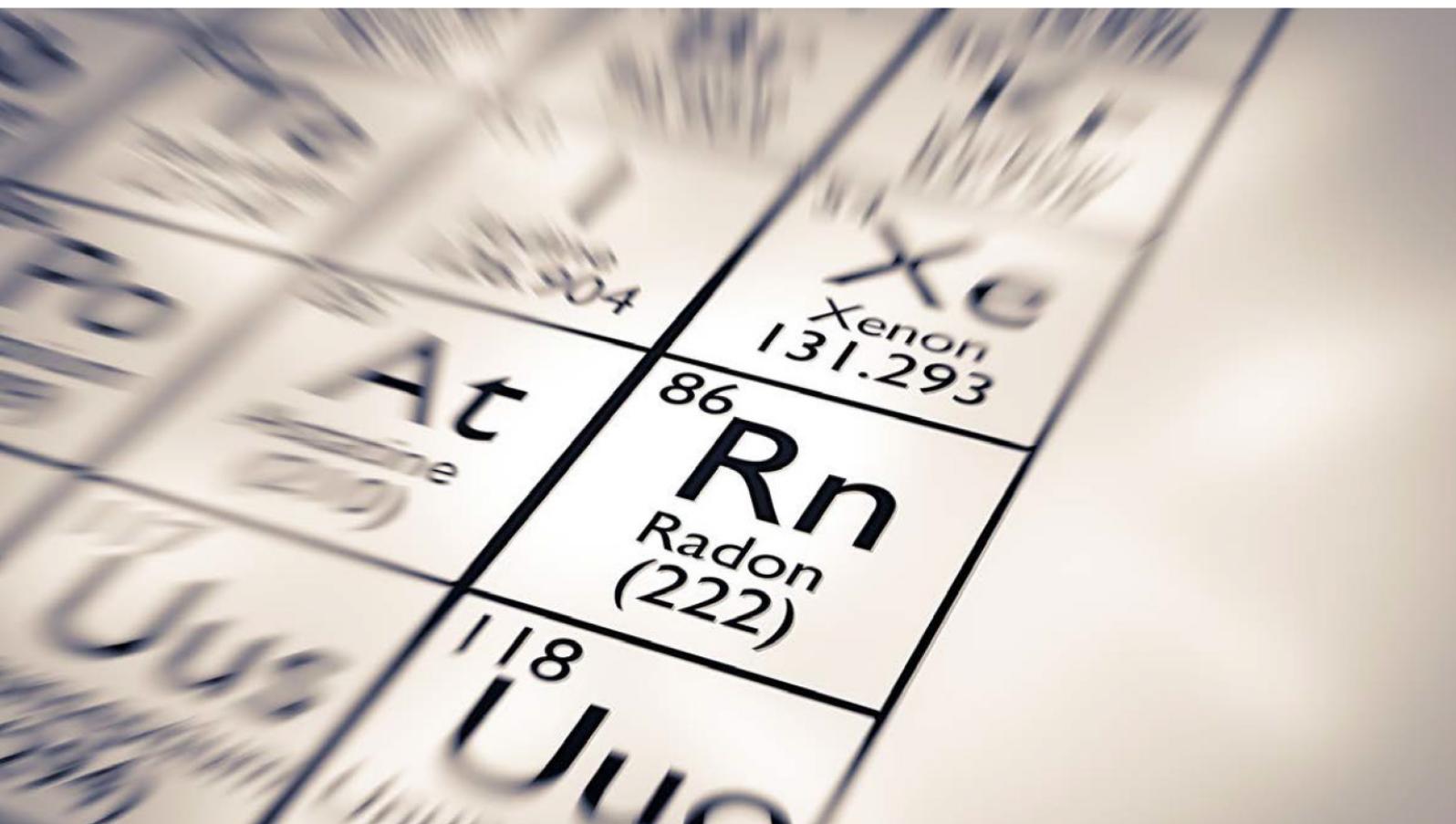




# Radon : rapport annuel 2022

du Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports DDPS

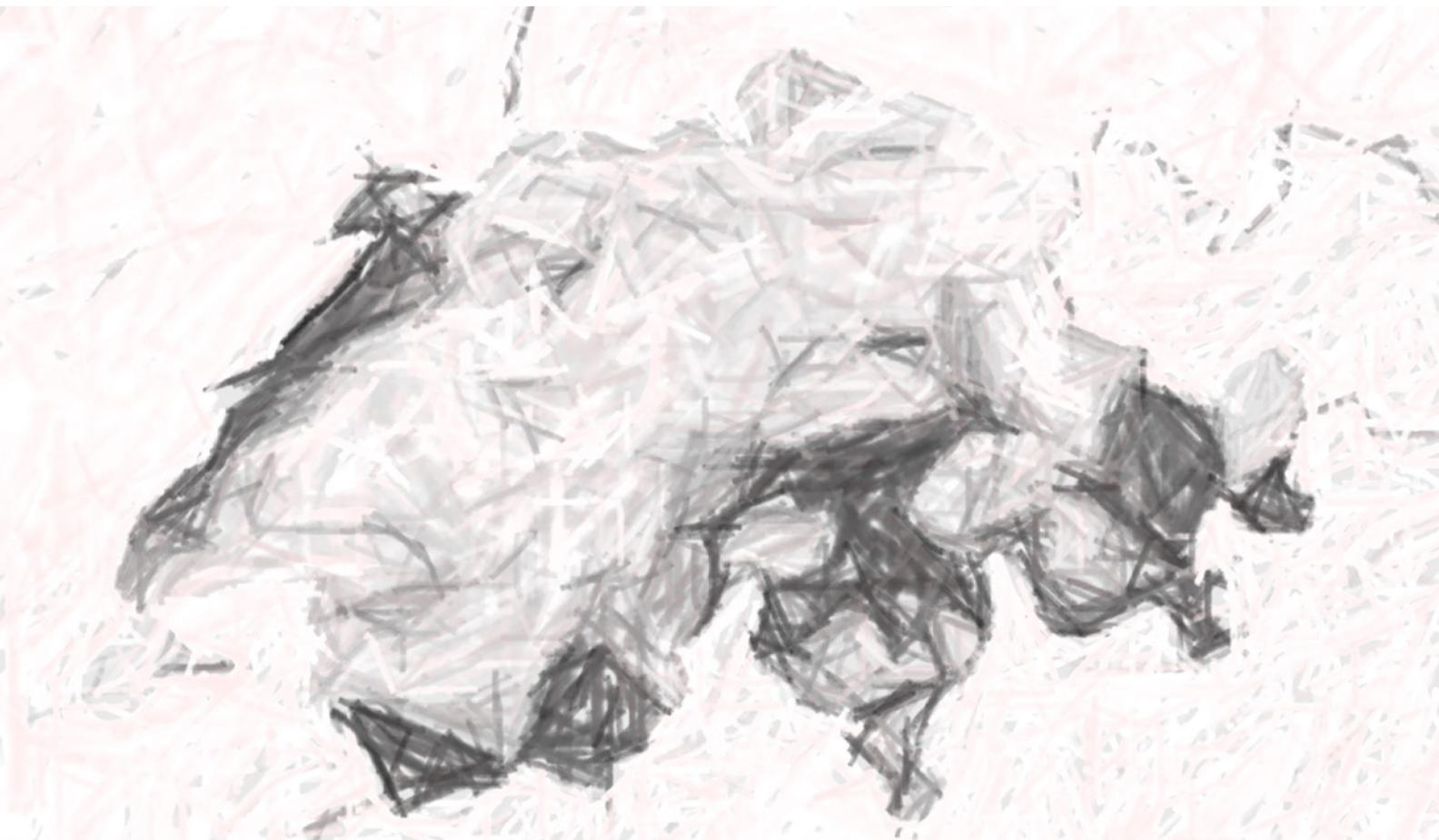


## Destinataires

- C BLA, Rolf André Siegenthaler
- C Centre logistique de l'armée, BLA
- C SG DDPS TE, Bruno Locher
- Chef armasuisse Immobilier, Martin Stocker
- C BAC a.i., Thomas Fankhauser
- C Biens immobiliers D, Frieder Fallscheer
- OFSP, chef de la Division Radioprotection, Sébastien Baechler
- Suva, Secteur Chimie, physique et ergonomie, Michel Hammans
- CD OFPP et Conseil de direction LS

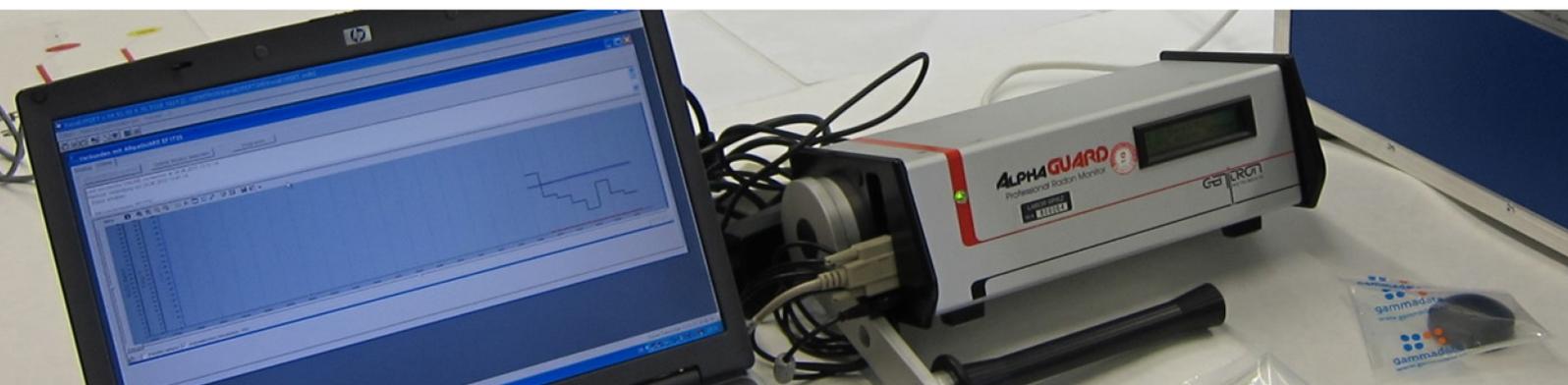
## À propos des auteurs

Noms	Markus Zürcher, Fabienne Stahel
Fonctions	chef du groupe Radioprotection et moyens de mesure mobiles, stagiaire du groupe Radioprotection et moyens de mesure mobiles
Employeur	Office fédéral de la protection de la population, Laboratoire de Spiez
Date	28 février 2023
Lieu	Spiez



**Dans le présent rapport, vous trouverez les informations suivantes :**

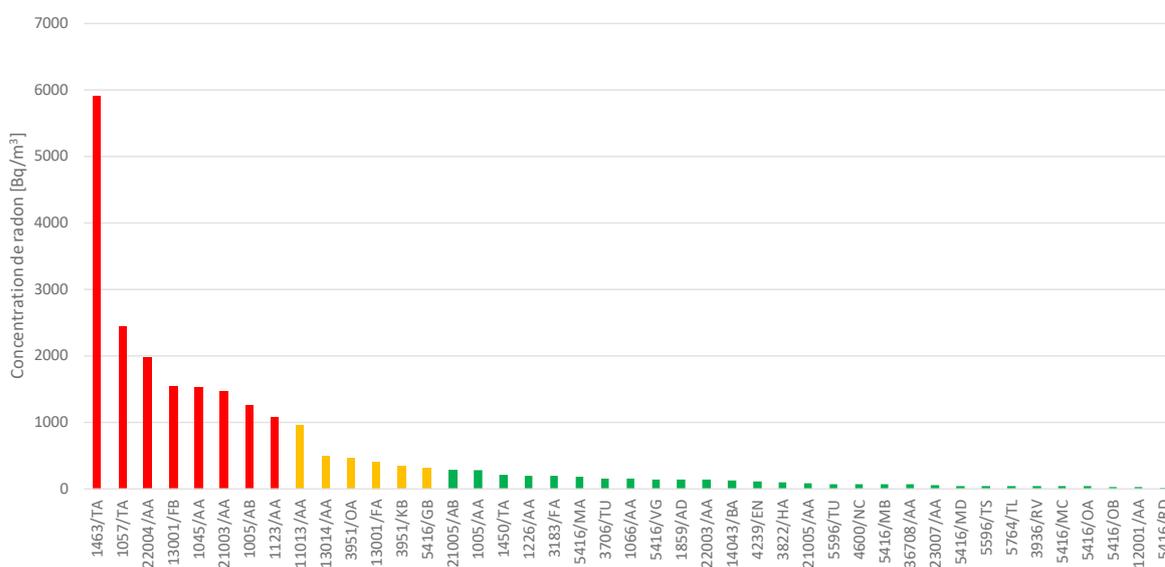
<b>Résumé.....</b>	<b>4</b>
<b>Le radon et ses effets.....</b>	<b>5</b>
Qu'est-ce que le radon ? .....	5
Effets sur la santé .....	5
Mesures de protection.....	5
Niveaux de référence et valeurs de seuil fixés par l'ordonnance sur la radioprotection (art. 155 et 156).....	6
<b>Les mesures du radon au DDPS.....</b>	<b>6</b>
Mesure active.....	6
Mesure passive.....	6
Procédure de mesure .....	7
Évaluation.....	7
Mesures de protection contre le radon.....	7
<b>Évaluation des mesures d'assainissement et de protection contre le radon.....</b>	<b>7</b>
<b>Vue d'ensemble des résultats .....</b>	<b>9</b>
Statistiques.....	9
Ouvrages avec une concentration de radon supérieure à 1000 Bq/m <sup>3</sup> .....	10
Ouvrages avec une concentration de radon comprise entre 300 et 1000 Bq/m <sup>3</sup> .....	10
Ouvrages avec une concentration de radon inférieure à 300 Bq/m <sup>3</sup> .....	11
<b>Évaluation de la dose personnelle.....</b>	<b>12</b>
Évaluation de la dose personnelle dans les ouvrages 1056/TA, 1057/TA et 1211/TA .....	12
<b>Conclusions.....</b>	<b>13</b>



## Résumé

Le DDPS a mesuré la concentration de radon dans **43 ouvrages** durant l'année sous revue. Les mesures ont duré de trois mois (à une exception près) à plus d'une année par bâtiment, en fonction de la concentration. Elles ont été réalisées au moyen d'appareils officiels reconnus du Laboratoire de Spiez. Les valeurs de concentration de radon indiquées dans le rapport représentent la moyenne des valeurs mesurées dans les différentes pièces de l'ouvrage.

Un niveau de référence de  $300 \text{ Bq/m}^3$  a été défini durant l'année sous revue pour les concentrations de radon dans des locaux où des personnes séjournent plusieurs heures. La valeur de seuil est de  $1000 \text{ Bq/m}^3$  pour les prises d'eau et les installations souterraines (postes de travail exposés au radon). La plus haute concentration,  **$5914 \text{ Bq/m}^3$** , a été relevée dans l'ouvrage **1463/TA**.



### III. 1: Ouvrages ayant fait l'objet de mesures en 2022 (valeur moy. par ouvrage en $\text{Bq/m}^3$ )

Des concentrations supérieures à  $1000 \text{ Bq/m}^3$ , à des postes de travail exposés au radon, ont été trouvées dans **huit ouvrages** (1463/TA, 1057/TA, 22004/AA, 13001/FB, 1045/AA, 21003/AA, 1005/AB et 1123/AA). Ces ouvrages ont été examinés et des mesures prises si nécessaire pour réduire la concentration en radon. Les mesures à prendre ont été déterminées en se fondant sur les lignes directrices de l'OFSP (voir extrait des lignes directrices à la p. 8). **Six ouvrages** comportent des locaux avec des valeurs maximales comprises entre  $300$  et  $1000 \text{ Bq/m}^3$ .

Certains ouvrages ont fait l'objet de plusieurs mesures, effectuées sur différentes périodes. Seules les mesures avec la valeur la plus élevée ont été prises en compte dans le présent rapport. Les mesures effectuées avec un seul dosimètre n'y sont pas mentionnées, car elles ne sont pas représentatives de l'ensemble d'un ouvrage. L'ouvrage 1057/TA a fait l'objet de mesures pendant quatre périodes de trois mois chacune. La mesure la plus élevée a donné une valeur moyenne de  $2437 \text{ Bq/m}^3$ , les autres mesures, qui ne sont pas mentionnées dans le rapport, ont donné des valeurs moyennes de  $74 \text{ Bq/m}^3$ ,  $576 \text{ Bq/m}^3$  et  $1623 \text{ Bq/m}^3$ . Deux mesures

ont été effectuées en parallèle dans l'ouvrage 14043/BA. Celle qui n'est pas mentionnée dans le rapport a donné une valeur moyenne de 123 Bq/m<sup>3</sup>. La mesure avec une valeur moyenne de 130 Bq/m<sup>3</sup> est mentionnée.

L'année précédente, la mise en place d'une nouvelle installation de ventilation avait débuté dans l'ouvrage 1057/TA. L'installation a été achevée en 2022, mais différents réglages ont encore été testés. C'est pourquoi des concentrations de radon très élevées ont parfois été mesurées.

## **Le radon et ses effets**

### **Qu'est-ce que le radon ?**

Le radon est un gaz noble radioactif se formant naturellement dans le sol. L'uranium est présent partout dans le sous-sol. Lors de la désintégration naturelle de l'uranium, il se forme entre autres du radium, puis du radon. Les atomes de radon peuvent se désintégrer à leur tour pour donner du polonium, du bismuth et du plomb. Ces sous-produits du radon, également radioactifs, sont en suspension dans l'air que nous respirons. Dans les espaces clos, ils peuvent s'accumuler peu à peu sur les objets, les particules de poussière et les aérosols.

Plus le sol est perméable, plus le radon peut monter à la surface. On trouve une perméabilité élevée dans les cavités les plus fines (pores), dans les cavités importantes (fissures, crevasses, éboulis ou zones d'éboulement) et dans les systèmes karstiques et les réseaux de grottes. Le radon ne traverse pratiquement pas les couches d'argile étanches. Pour ces raisons, les différences locales sont très marquées. En Suisse, on trouve des concentrations élevées de radon dans les Alpes et le Jura. Mais il peut y avoir du radon partout et des bâtiments à fortes concentrations sont également signalés sur le Plateau suisse.

### **Effets sur la santé**

Le radon est responsable d'environ 40 % de l'irradiation subie annuellement par la population en Suisse. Dans notre pays, il représente la principale cause du cancer du poumon après le tabagisme. Le risque de cancer du poumon augmente avec la charge en radon de l'air ambiant et avec la durée pendant laquelle nous respirons cet air. Les produits de désintégration du radon s'accumulent dans le tissu pulmonaire et l'irradient. Plusieurs années, voire décennies, peuvent s'écouler entre l'irradiation des voies respiratoires et du tissu pulmonaire et l'apparition d'un cancer du poumon.

### **Mesures de protection**

En cas de concentration élevée, une mesure efficace consiste à aérer fréquemment les locaux. Si l'étanchéité des fondations est insuffisante, le radon peut s'infiltrer dans les bâtiments. Les concentrations les plus fortes sont souvent relevées dans les caves, d'où l'importance d'avoir une bonne étanchéité dans ce type de locaux en particulier.

## Niveaux de référence et valeurs de seuil fixés par l'ordonnance sur la radioprotection (art. 155 et 156)

**Locaux où des personnes séjournent  
durant plusieurs heures par jour**  
**Postes de travail exposés au radon**

**300 Bq/m<sup>3</sup> (niveau de référence)**  
**1000 Bq/m<sup>3</sup> (valeur de seuil)**

Sont considérés comme exposés au radon les postes de travail pour lesquels la valeur de seuil est dépassée ou est présumée dépassée. Il s'agit en particulier des postes de travail dans les installations souterraines, dans les mines, dans les cavernes et dans les installations d'alimentation en eau ([art. 156, al. 3, de l'ordonnance sur la radioprotection](#)). En 2019, l'OFSP a publié des lignes directrices pour l'interprétation des niveaux de référence et des valeurs de seuil et l'évaluation de l'urgence d'un assainissement. Celles-ci, dont un extrait figure à la page 8 du présent rapport, peuvent être téléchargées sur le [site internet de l'OFSP](#). Si la valeur de seuil de 1000 Bq/m<sup>3</sup> est dépassée, il convient de déterminer la dose efficace annuelle due au radon reçue par les personnes exposées. Si la dose efficace d'une personne exposée à son poste de travail est supérieure à 10 mSv par année civile, des mesures organisationnelles ou techniques sont prises afin de la réduire ([art. 167, al. 1 et 2, de l'ordonnance sur la radioprotection](#)).

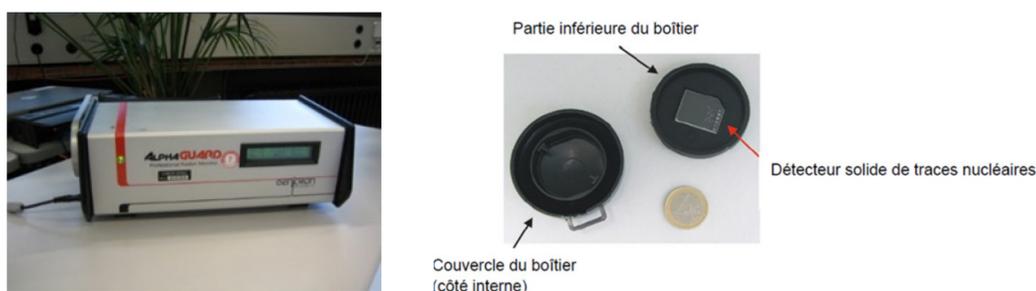
## Les mesures du radon au DDPS

### Mesure active

Une mesure active permet, à l'aide d'un appareil de mesure électronique, d'obtenir l'indication immédiate de la concentration en radon à un moment donné. Sa durée est normalement de plusieurs heures.

### Mesure passive

Au DDPS, les mesures officielles du radon se font toujours à l'aide de détecteurs à radon passifs. Les détecteurs accumulent les concentrations pendant le temps d'exposition, celle-ci durant entre trois mois et un an. Cette manière de procéder permet de tenir compte des influences météorologiques et ainsi des fluctuations saisonnières des concentrations.



III. 2: Appareil de mesure active (à gauche) et appareil de mesure passive (à droite)

### **Procédure de mesure**

En général, entre cinq et vingt détecteurs à radon passifs sont disposés dans chaque ouvrage. Le choix des emplacements se fait en fonction de la taille et de l'utilisation de la construction. Les détecteurs restent en principe en place pendant une année. Dans les cas où les mesures ne peuvent s'étendre au-delà d'une année, en raison de la concentration élevée, par exemple sur des postes de travail exposés au radon, les temps de mesure sont adaptés.

### **Évaluation**

Après un temps d'exposition défini, les détecteurs sont retirés et remis à l'organe chargé d'évaluer les résultats. Ce dernier transmet les résultats sous forme électronique dans un délai d'un mois environ au service officiel de mesure du radon du DDPS. Les résultats sont enregistrés dans une banque de données d'armassuisse Immobilier.

### **Mesures de protection contre le radon**

Des mesures de protection contre le radon ont été planifiées et mises en œuvre dans plusieurs ouvrages durant l'année sous revue. Dans le cadre de ces mesures, un nouveau système de ventilation a notamment été installé et les systèmes existants ont été améliorés. Dans un cas, un système de ventilation mobile a été mis en place afin de maintenir les concentrations de radon à bas niveau pendant les travaux.

Quatre ouvrages (22004/AA, 1057/TA, 11051/KA et 14043/BA) font l'objet d'une **surveillance depuis plusieurs années** (surveillance continue par mesures actives). Dans l'ouvrage 11051/KA, outre la surveillance continue, une mesure passive a également été lancée afin de vérifier l'efficacité des mesures d'assainissement. Dans l'ouvrage 14043/BA, les mesures n'ont commencé que lors de l'année sous revue.

## **Évaluation des mesures d'assainissement et de protection contre le radon**

*(Extrait des directives de l'OFSP)* Le modèle appliqué au calcul du délai d'assainissement prend en compte le risque sanitaire et vise à garantir qu'une dose effective cumulée d'environ 100 mSv liée à l'exposition au radon soit évitée après constatation d'un dépassement du niveau de référence. Il est en adéquation avec les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), qui précisent que les valeurs de doses dépassant 100 mSv représentent un risque de cancer significatif.

Pour des raisons de faisabilité, les délais calculés sont adaptés en prenant en compte un délai d'assainissement minimal de trois ans (temps nécessaire pour planifier et exécuter l'assainissement) et un délai d'assainissement maximal de 30 ans (périodicité des rénovations principales des bâtiments). Le modèle prend en compte la concentration de radon mesurée ainsi que la durée de séjour annuelle estimée.

Par « locaux où des personnes séjournent régulièrement durant plusieurs heures par jour », on entend des locaux dans lesquels des personnes séjournent au moins pendant quinze heures par semaine. Lorsque la durée de séjour est plus courte, il n'est pas nécessaire de prendre de mesures. Le Tableau 1 fait par ailleurs la distinction entre les locaux à séjour prolongé et court. Une chambre à coucher, un salon ou une salle de classe sont des exemples typiques de locaux à séjour prolongé. La durée de séjour est estimée en fonction de la personne passant le plus de temps dans le local concerné.

**Tableau 1** : Catégories de durées de séjour

	<b>Locaux à séjour prolongé</b>	<b>Locaux à court séjour</b>	<b>Locaux sans séjour durable</b>
Durée de séjour/semaine	Plus de 30 heures	Entre 15 et 30 heures	Moins de 15 heures

Dans le Tableau 2 figurent les délais d'assainissement pour différentes fourchettes de concentration de radon et durées de séjour. Ces délais s'appliquent dès que le dépassement a été constaté (date du rapport de mesures). D'autres solutions ou des dérogations par rapport aux délais d'assainissements prédéfinis ne sont pas exclues pour autant que la protection de la santé soit garantie. Si un local à court séjour est réaffecté par la suite en un local à séjour prolongé, les délais d'assainissement correspondants doivent s'appliquer.

**Tableau 2** : Délais d'assainissement maximaux selon la concentration de radon mesurée et la durée de séjour

<b>Concentration de radon mesurée (Bq/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Délais d'assainissement maximaux (années)</b>		
	<b>Locaux à séjour prolongé</b>	<b>Locaux à court séjour</b>	<b>Locaux sans séjour durable</b>
> 300 à 600 Bq/m <sup>3</sup>	10 ans	30 ans (1)	Pas de mesures nécessaires
> 600 à 1000 Bq/m <sup>3</sup>	3 ans	10 ans	
> 1000 Bq/m <sup>3</sup> (2)	3 ans	3 ans	

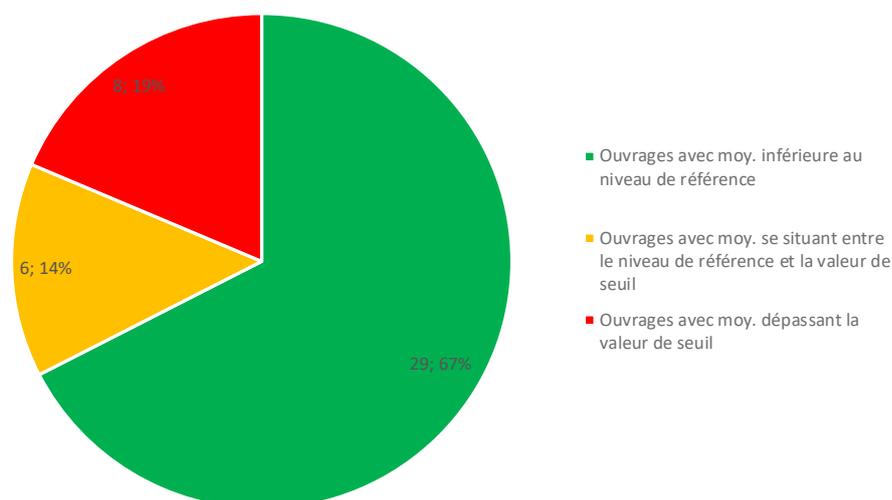
(1) Si le bâtiment fait l'objet d'une transformation majeure avant l'expiration du délai d'assainissement, l'assainissement lié au radon doit être effectué en même temps.

(2) En cas de dépassement de la valeur de seuil de 1000 Bq/m<sup>3</sup> au poste de travail, celui-ci est considéré comme exposé au radon, autrement dit les dispositions de l'article 167 de l'ordonnance sur la radioprotection s'appliquent.

## Vue d'ensemble des résultats

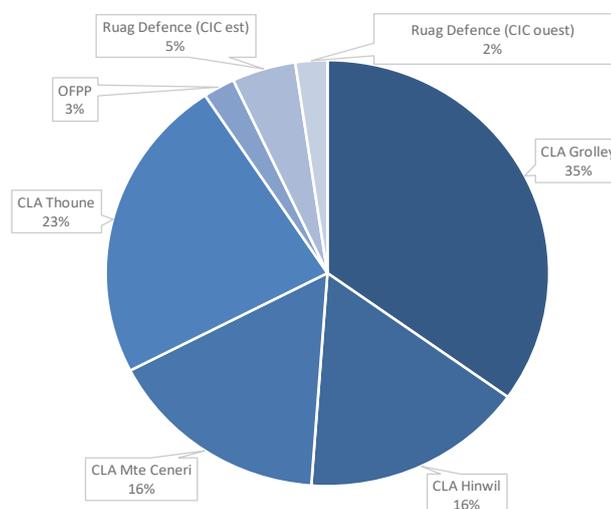
### Statistiques

Les concentrations de radon ont été mesurées dans **43 ouvrages** durant l'année sous revue. La durée moyenne des mesures est de **343 jours**.



**III. 3:** Répartition en trois catégories des ouvrages mesurés en fonction de la concentration moyenne (en Bq/m<sup>3</sup>) par ouvrage. Le niveau de référence s'élève à 300 Bq/m<sup>3</sup> et la valeur de seuil à 1000 Bq/m<sup>3</sup>.

Le nombre d'ouvrages dans lesquels la concentration de radon mesurée était inférieure au niveau de référence de 300 Bq/m<sup>3</sup> est resté à peu près le même par rapport à l'année 2021 (65 % en 2021). La part de ceux compris dans la fourchette allant de 300 à 1000 Bq/m<sup>3</sup> a diminué de moitié, passant de 28 % à 14 %. La part d'ouvrages (19 %) avec une moyenne dépassant 1000 Bq/m<sup>3</sup> a nettement augmenté (7 % en 2021). Cette hausse s'explique par le nombre plus élevé d'ouvrages mesurés par rapport à 2021 (43 au lieu de 29).

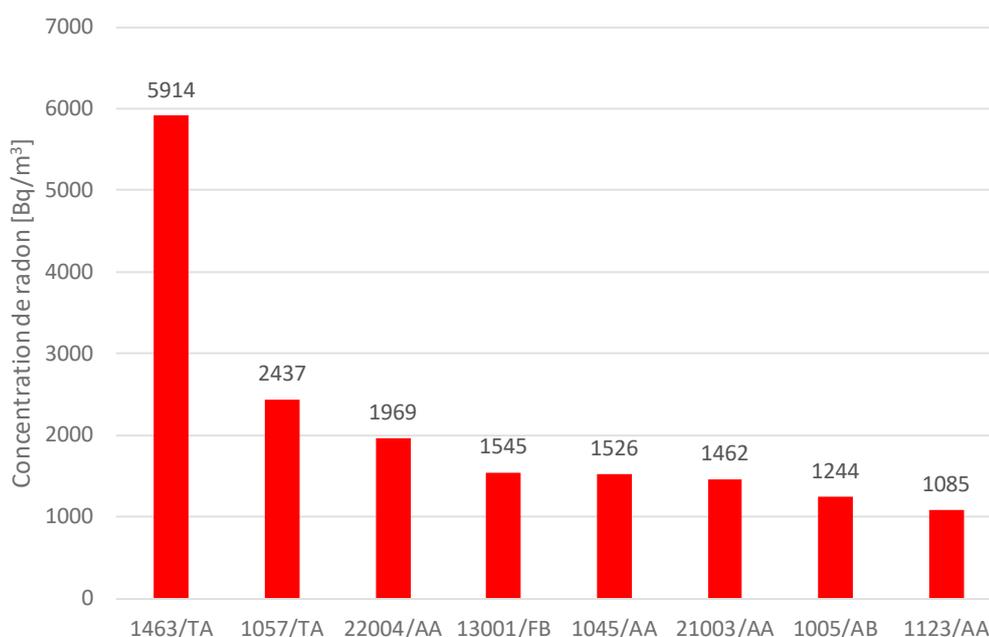


**III. 4:** Nombre d'ouvrages mesurés par organisation exploitante

### Ouvrages avec une concentration de radon supérieure à 1000 Bq/m<sup>3</sup>

Une concentration moyenne de radon atteignant ou dépassant 1000 Bq/m<sup>3</sup> a été relevée dans huit ouvrages. L'ouvrage 1463/TA est démonté, et le système de ventilation est retiré. En attendant la fin des travaux, un système de ventilation mobile a donc été installé et la concentration de radon a pu être ramenée à environ 1500 Bq/m<sup>3</sup>. L'estimation de la dose attendue pour le personnel est ainsi inférieure à 10 mSv pour l'année 2023. Comme mentionné précédemment, des mesures sont effectuées en continu dans l'ouvrage 1057/TA afin de pouvoir surveiller la concentration de radon. Différents réglages ont été testés sur le système de ventilation dont l'installation est achevée, ce qui a abouti à des valeurs de mesure élevées. Dans l'ouvrage 22004/AA, des améliorations sont également apportées en permanence à l'installation de ventilation et différents réglages sont testés. L'hypothèse selon laquelle la ventilation attire de l'air chargé de radon provenant d'une cave au sol rocheux a pu être infirmée. D'autres causes qui expliqueraient la forte concentration de radon sont étudiées.

Pour les autres ouvrages dans lesquels un dépassement de la valeur seuil a été constaté, aucune mesure n'est nécessaire, car les durées de séjour des personnes sont très brèves.

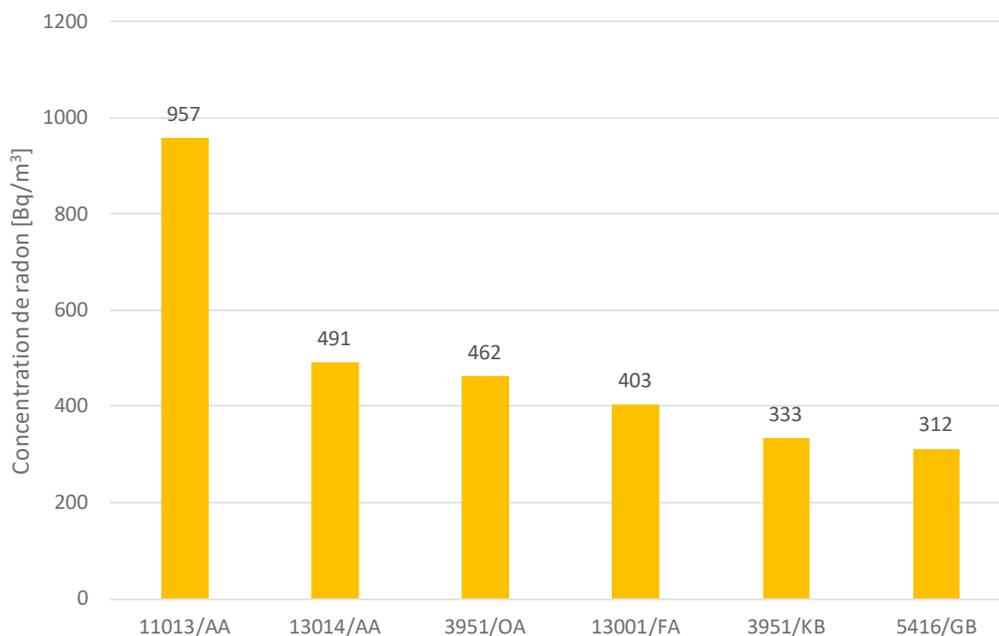


III. 5: Ces huit ouvrages sont considérés comme des postes de travail exposés au radon.

### Ouvrages avec une concentration de radon comprise entre 300 et 1000 Bq/m<sup>3</sup>

Dans six ouvrages, la concentration de radon était inférieure à 1000 Bq/m<sup>3</sup> mais supérieure à 300 Bq/m<sup>3</sup>. Trois (11013/AA, 13014/AA et 13001/FA) sont considérés comme postes de travail exposés au radon, mais compte tenu du temps restreint passé dans les locaux concernés, aucune mesure n'est nécessaire. Dans l'ouvrage 3951/OA, seules les caves, peu utilisées, avaient été mesurées. Une nouvelle mesure a déjà été lancée dans tout le bâtiment. L'ouvrage 3951/KB

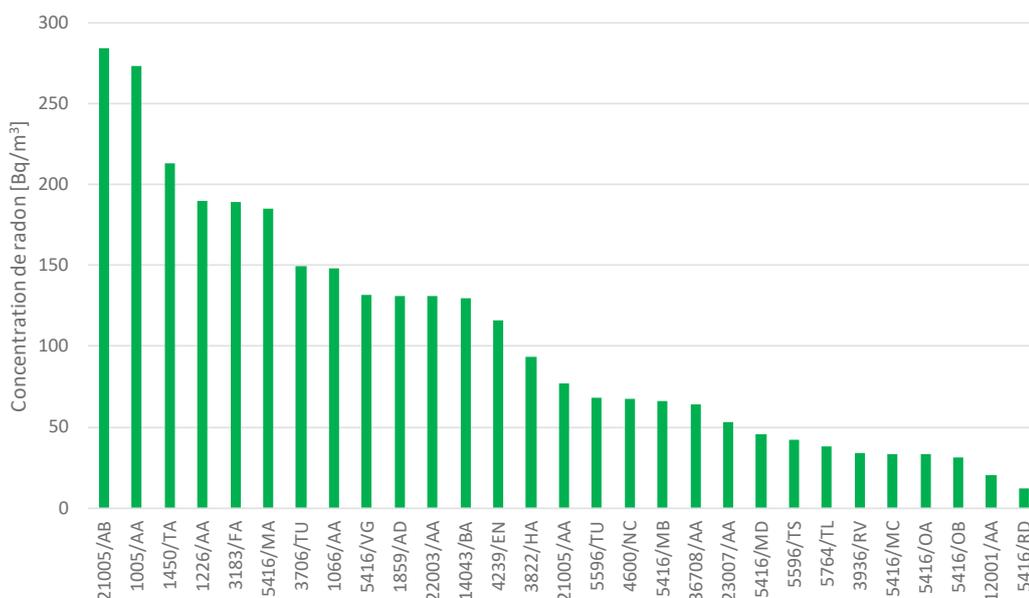
n'est pas utilisé. L'ouvrage 5416/GB n'est utilisé que deux fois par an pendant trois semaines. C'est pourquoi, ici aussi, aucune mesure visant à réduire la concentration de radon ne s'impose.



**III. 6:** Dans six ouvrages, la concentration de radon était inférieure à 1000 Bq/m<sup>3</sup> mais supérieure à 300 Bq/m<sup>3</sup>.

### Ouvrages avec une concentration de radon inférieure à 300 Bq/m<sup>3</sup>

Dans 29 des constructions examinées, la concentration de radon était inférieure au niveau de référence de 300 Bq/m<sup>3</sup>. Il n'est pas prévu d'évaluer la dose ou de prendre des mesures visant à réduire la concentration de radon dans ces ouvrages.



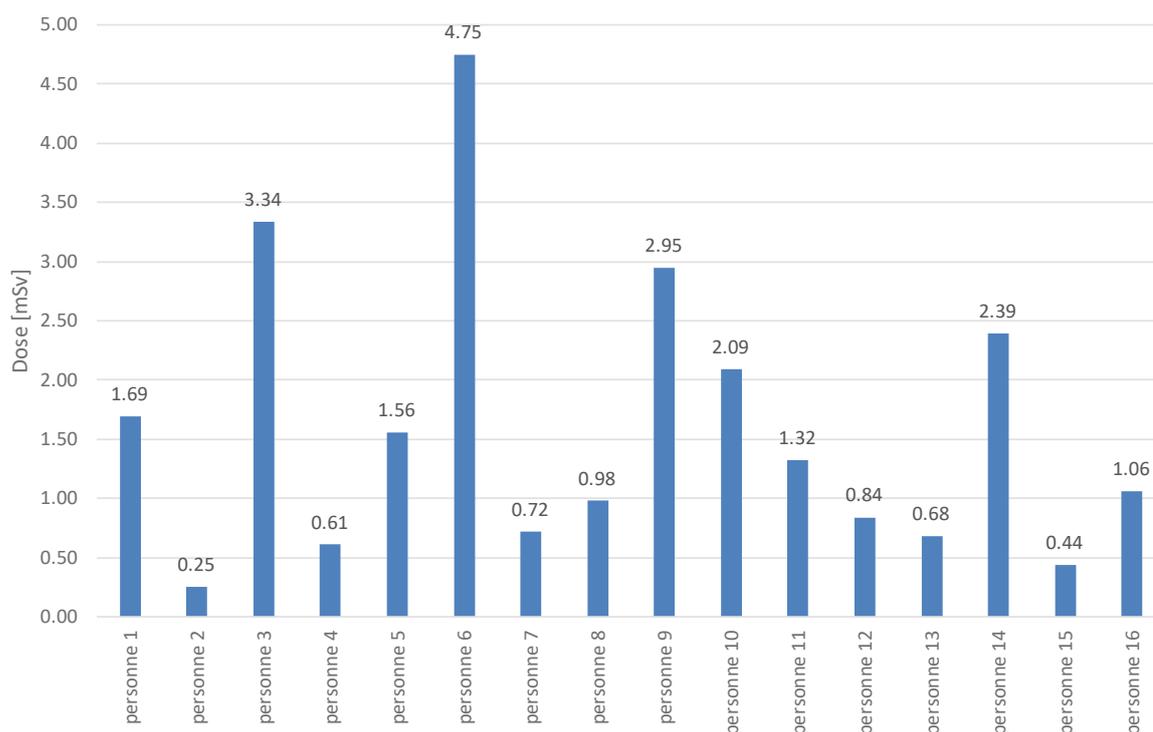
**III. 7:** Valeurs relevées dans les ouvrages avec une concentration de radon inférieure à 300 Bq/m<sup>3</sup>

## Évaluation de la dose personnelle

Selon l'ordonnance sur la radioprotection ([art. 167](#)), si la valeur de seuil de 1000 Bq/m<sup>3</sup> est dépassée, l'entreprise doit déterminer la dose efficace annuelle due au radon reçue par les personnes exposées. Cela s'effectue, d'une part, à l'aide des évaluations de doses fondées sur la concentration de radon à l'intérieur d'un bâtiment, et, d'autre part, en utilisant des détecteurs à radon personnels. Il s'agit de détecteurs usuels pour locaux que les personnes exposées portent sur elles lorsqu'elles se trouvent dans l'ouvrage. Il n'existe pas à l'heure actuelle en Suisse de dosimètre à radon reconnu pour déterminer la dose reçue par une personne.

### Évaluation de la dose personnelle dans les ouvrages 1056/TA, 1057/TA et 1211/TA

Dans les ouvrages 1056/TA, 1057/TA et 1211/TA, 16 personnes munies d'un détecteur à radon personnel ont fait l'objet d'un suivi durant l'année sous revue. Pour neuf personnes, les doses efficaces individuelles annuelles étaient inférieures à 1 mSv, et pour cinq d'entre elles, elles étaient supérieures à 2 mSv. Les valeurs exactes sont présentées dans l'ill. 8. La dose la plus élevée calculée s'élevait à 4,75 mSv. Aucune personne n'a dépassé la dose efficace autorisée de 10 mSv au cours de l'année sous revue. Les valeurs plus élevées dans certains cas s'expliquent par des durées de séjour plus longues dans les constructions.



**III. 8:** Doses personnelles anonymisées pour les ouvrages 1056/TA, 1057/TA et 1211/TA. Les valeurs indiquées correspondent aux doses efficaces individuelles annuelles reçues par les personnes dans les trois ouvrages.

## Conclusions

En 2022, un projet pilote a été lancé avec des dosimètres personnels pour le radon non homologués. Ces dosimètres personnels peuvent être enclenchés et désenclenchés mécaniquement. Les personnes testées portent les dosimètres enclenchés pendant les heures de travail afin de pouvoir déterminer facilement l'exposition au radon. Lorsqu'ils sont éteints, la concentration de radon est mesurée sur le lieu d'entreposage. Les premiers résultats sont attendus dans le prochain rapport annuel sur le radon du DDPS.

Le relevé du facteur d'équilibre (déterminant pour le calcul de la dose fondé sur les concentrations de radon), qui a débuté en 2021, s'est poursuivi avec des mesures portant sur une année sur trois sites. Une mesure des particules en suspension dans l'air sera effectuée en parallèle afin d'étudier d'éventuelles corrélations. Les résultats sont également attendus dans le prochain rapport annuel sur le radon du DDPS.

Par rapport à l'année précédente, davantage de mesures de radon ont pu être effectuées (43 ouvrages en 2022, 29 en 2021). Toutes les exigences légales ont été respectées et les doses annuelles efficaces reçues par le personnel ayant fait l'objet d'un suivi individuel sont toutes inférieures à 10 mSv par an.

Le Centre de compétences radioprotection du DDPS remercie vivement toutes les personnes qui ont participé aux mesures du radon et apporté ainsi **une contribution importante à la protection de la santé du personnel.**

Spiez, le 28 février 2023

Office fédéral de la protection de la population  
LABORATOIRE DE SPIEZ  
Centre de compétences radioprotection du DDPS  
Markus Zürcher